

Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires : histoire ancienne ou futur proche ?

Le mercure est à l'origine d'une maladie professionnelle, connue de longue date, l'hydrargyrisme qui fait l'objet du deuxième tableau des maladies professionnelles, créé en 1919. Il est avéré que ce métal est un polluant majeur pour l'environnement, aussi bien atmosphérique qu'aquatique. Son utilisation dans certaines professions (chapeliers, industrie du chlore et de la soude, fabrication des lampes à mercure, piles et accumulateurs, thermomètres...) a été davantage étudiée que les risques professionnels liés à son inhalation dans la profession dentaire (1).

Introduction

Les amalgames dentaires contiennent près de 50 % de mercure. Ils font l'objet de polémiques depuis le début de leur utilisation, il y a plus de 150 ans. Le risque mercuriel pour les patients porteurs d'amalgames a été plus médiatisé que celui qu'encourt le personnel travaillant dans les cabinets dentaires. Un récent rapport sur les métaux lourds, rédigé par le sénateur G. Miquel et publié en avril 2001 [1] évoque ce risque peu pris en compte.

Les amalgames restent encore, à l'heure actuelle, le matériau d'obturation le plus performant et le moins cher dans certaines indications. Dix millions de restaurations dentaires utilisant l'amalgame étaient quotidiennement effectuées, dans l'ensemble des pays industrialisés, il y a une dizaine d'années [2]. Actuellement, en France, la consommation d'amalgames dentaires est estimée entre 40 et 50 tonnes par an et ses déchets entre 14,5 et 20 tonnes par an [1].

Les porteurs d'amalgames sont exposés à des recharges quotidiennes minimales de mercure en moyenne de 2 à 3 µg/j. Leur mércuriémie n'est pas plus élevée que celles des non-porteurs d'amalgames. En revanche, plusieurs études montrent que leur mércuriurie est corrélée au nombre d'amalgames en bouche. La pose et la dépose d'amalgames dentaires augmente brièvement le taux urinaire de mercure chez les patients [3].

Le risque d'hydrargyrisme chez les dentistes est réel puisque le mercure est un « poison cumulatif » qui s'accumule dans les tissus grâce aux liaisons stables qu'il crée avec les groupements thiols des protéines. Pampllett et Waley ont mis en évidence l'accumulation

du mercure dans les motoneurons spinaux au cours de la vie en comparant ceux d'adultes non exposés par rapport aux enfants [4]. En 1989, Nylander et coll. ont comparé les concentrations mercurielles tissulaires des glandes pituitaires de huit chirurgiens dentistes autopsiés, avec celles d'un groupe témoin non exposé et celles de mineurs retraités, professionnellement exposés. Des concentrations de 0,82 µg de mercure par gramme ont été retrouvées chez les dentistes, soit 35 fois plus que chez les témoins mais 32 fois moins que chez les mineurs [cité dans Haikel et Alleman, 5].

Cependant, il existe d'autres activités professionnelles où l'exposition est bien plus importante. Ainsi, dans l'industrie de production du chlore et de la soude, le mercure dans l'atmosphère peut aisément atteindre 50 µg/m³ avec des mércuriuries autour de 50 µg/g de créatinine, alors que cliniquement ne sont observés que des effets minimes neurologiques (uniquement objectivés par des tests neurophysiologiques) et rénaux (augmentation de la N-acétyl-β-glucosaminidase). Les dentistes sont, quant à eux, exposés à des concentrations atmosphériques plus basses et ont une mércuriurie moindre [9].

Néanmoins, des cas d'intoxications chroniques ont été décrits dans le milieu dentaire. L'exposition professionnelle au mercure dans les cabinets dentaires est un sujet qui a déjà été étudié notamment en Suède, mais peu en France. Les travaux réalisés concernaient :

- l'évaluation de cette exposition, par des dosages atmosphériques et biométriologiques ;
- la recherche des conséquences cliniques, par des études épidémiologiques et de morbidité ;
- la détermination des sources principales de pollution mercurielle dans les cabinets.

SCHACH V. (A, B, C),
JAHANBAKHT S. (B, C),
LIVARDJANI F. (A, C),
FLESCHE F. (B),
JAEGER A. (D),
HAÏKEL Y. (E)

(A) Association interentreprises de médecine du travail, Strasbourg

(B) Centre antipoison de Strasbourg, les hôpitaux universitaires de Strasbourg (HUS), Strasbourg

(C) AD Scientifique, Centre d'analyse, d'étude et diagnostic en toxicologie de l'environnement, Strasbourg

(D) Service de réanimation médicale - Hôpital de Haute-pierre, HUS, Strasbourg

(E) Faculté de chirurgie dentaire, HUS, Strasbourg

(1) Une étude : « Exposition professionnelle au mercure des assistantes dentaires » est publiée dans ce même numéro, pp. 25-34

INRS

Documents pour le Médecin du Travail
N° 93
1^{er} trimestre 2003

Evaluation de l'exposition au mercure des dentistes

De nombreuses études ont évalué la concentration atmosphérique en mercure des cabinets dentaires mais plus rarement dans la zone respiratoire des dentistes. D'autres se sont intéressées aux quantités de mercure présentes dans l'organisme des praticiens (liquides biologiques, tissus).

MÉTROLOGIE D'AMBIANCE

Cabinet dentaire

Dans la plupart des études, les taux atmosphériques restent inférieurs aux valeurs moyennes d'exposition (VME) ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en France, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aux Etats-Unis) et valeurs limites d'exposition (VLE : $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les valeurs retenues pour la population générale sont nettement plus faibles. Ainsi, pour le public, les recommandations américaines sont de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Environmental protection agency, Etats-Unis) et le niveau de risque minimal (Minimal Risk Level, MRL) pour une exposition chronique par inhalation est de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aux Etats-Unis. Le MRL est la valeur de l'exposition humaine journalière pour laquelle on estime qu'il ne devrait pas y avoir de conséquence sur la santé [7].

Ces données sont résumées sous forme d'un tableau qui illustre la diminution de l'exposition au mercure

dans les cabinets dentaires de 1968 à 1997 (tableau I).

En 1992, Rubin a soulevé le problème des locaux de travail contaminés anciennement et jamais décontaminés, dans lesquels l'ambiance reste polluée malgré un équipement technique moderne limitant les risques de pollution mercurielle [in 36].

Zone respiratoire

En 1995, en Suède, Pohl et Bergman ont mesuré les vapeurs de mercure dans la zone respiratoire des dentistes. Les valeurs moyennes étaient comprises entre 1 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [11].

Schach-Boos et coll., en 1999, ont effectué des prélèvements dans la zone respiratoire de huit dentistes et ont mis en évidence qu'ils inhalaient en moyenne $2,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de mercure pendant l'ensemble des actes avec amalgames et $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant l'ensemble des actes sans amalgames [14].

BIOMÉTROLOGIE

L'exposition des dentistes au mercure peut être objectivée par des mesures de concentration dans les milieux biologiques.

Le mercure urinaire est un bon indicateur d'exposition mais non d'intoxication car il n'est pas corrélé à la clinique. En revanche, il existe une bonne corrélation entre le mercure urinaire et le mercure atmosphérique. Le mercure sanguin reflète une contamination instantanée des individus et est corrélé à l'intensité de l'exposition mais pas à sa durée [15, 16].

TABLEAU I

Évolution des concentrations atmosphériques de mercure : résultats de différentes études dans les cabinets dentaires de 1968 à 1997.

Auteurs	Date	Cabinets étudiés	Concentration atmosphérique moyenne de mercure dans ces cabinets	Proportion de cabinets dépassant une certaine teneur atmosphérique en mercure	
Joselow [8]	1968	50	$45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	64 %
Gronka [in 9]	1970	59	$27 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	76 %
Stewart et Stradling [in 9]	1971	/	/	$> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	66 %
Mantyla et Wright [in 10]	1976	/	/	$> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	10 %
Études américaines [in 11]	1980	/	/	$> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	10 %
Nilsson et Nilsson [in 11]	1986	33 publics 49 privés	Public : $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Privé : $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	/	/
Smith et Lewis [in 12]	1987	/	/	$> \text{VME canadienne}$ ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 %
Hörsted-Bindslev [in 5]	1991	/	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	/	/
Rubin [in 9]	1992	6 anciens 2 récents Pour les 8	23 à $237 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 à $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $92 \pm 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$	/	/
Langwörth [13]	1997	6	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	/	/



Évolution des concentrations urinaires de mercure chez les dentistes : résultats de différentes études de 1968 à 1995.

TABLEAU II

Auteurs	Pays	Nombre de dentistes	Mercuriuries
Joselow et coll., 1968 [8]	USA	50	Moyenne : 40 µg/l De 0 – 155 µg/l 6 % > 100 µg/l
Gronka et coll., 1970 [9]	USA	16	De 0 – 320 µg/l 18,8 % > 100 µg/l
Buchwald, 1972 [in 17]	Canada	21	9,5 % > 100 µg/l 76 % > 10 µg/l
Baquet et coll., 1976 [in 17 et 18]	France	/	Matin < 5 µg/l Max journalier : 27 µg/l
Kelman, 1978 [9]	Angleterre	49	De 0 – 100 µg/l 2 % > 100 µg/l
Association Dentaire Américaine [in 10] - 1975 à 1983	USA	4 272	Moyenne : 14,2 µg/l De 0 à 556 µg/l
- 1985		1 042	Moyenne : 5,8 µg/l
- 1986		772	Moyenne : 7,9 µg/l
Caitucoli, 1982 [in 20]	France (Aquitaine)		12 % < 5 µg/l 52 % de 5 – 40 µg/l 36 % de 40 – 100 µg/l 8 % > 100 µg/l
Naleway et coll., 1985 [in 5]	USA	4 000	Moyenne : 14 µg/l
Nilsson et Nilsson, 1986 [in 9]	Suède	180	Moyenne : 4,2 µg/l
Skare et coll., 1990 [in 9]	Suède	154	Moyenne : 3,2 µg/l
Lux, 1990 [in 17]	France (Sud-Ouest)	50	86 % > 10 µg/l 40 % > 50 µg/l 8 % > 100 µg/l
Eley, 1995 [in 21]	Etats-Unis		Moyenne : 4,94 µg/l

Urines

Depuis 1968, de nombreux auteurs s'attachent à déterminer le niveau d'exposition des dentistes au mercure en mesurant leur mercuriurie. Rappelons que les valeurs normales ne dépassent pas 5 µg/g de créatinine ou 5 µg/l ou 0,01 mg/24h chez des sujets non exposés. Les données relatives à ces différentes études font l'objet du *tableau II* dans lequel une diminution des mercuriuries des dentistes, de 1968 à 1995, est retrouvée.

Sang

La mercuriémie n'étant pas un bon indicateur de l'exposition chronique au mercure inorganique, seule l'étude de Langwörth et coll., en 1997 est citée [13] : les mercuriémies moyennes de 22 dentistes et 22 assistantes étaient de 3,6 µg/l dans le sang total (valeurs comprises entre 0,26 et 11 µg/l).

Études épidémiologiques chez les dentistes

Peu d'études épidémiologiques ont été réalisées, et celles existant sont essentiellement rétrospectives. En France, des enquêtes sont en cours afin d'évaluer le risque mercuriel dans les cabinets dentaires et d'appréhender les effets sur la santé des sujets exposés (assistantes et chirurgiens-dentistes). Une étude multicentrique est actuellement en cours d'exploitation. Elle a été réalisée début 2001 et compare le mercure, la micro-albumine et la Retinol Binding Protein dans les urines de deux populations : 180 sujets exposés dans les cabinets dentaires (102 dentistes et 78 assistantes) et 180 sujets non exposés (groupe toxicologique du département Action scientifique en médecine du travail (ASMT) du Centre inter-services de santé et médecine du travail en entreprise (CISME)⁽²⁾.

(2) Les résultats de cette étude devraient être publiés dans le courant de l'année 2003.



La charge mercurielle « cumulée » par les dentistes dépend de la durée et de l'intensité de l'exposition, du mode d'absorption, de l'excrétion et de l'élimination du mercure par chaque individu.

ÉTUDES DE MORTALITÉ

Des études citées par Mac Comb révèlent un taux de suicide plus important chez les dentistes par rapport à la population générale, toutefois comparable à ceux des autres professions où l'accès aux drogues et médicaments est plus facile (pharmaciens, médecins, infirmières...) [12].

En revanche, d'autres études ne mettent pas en évidence de différence significative dans les causes de mortalité des dentistes par rapport à une population témoin comparable non exposée.

ÉTUDES DE MORBIDITÉ

Chez les dentistes, les signes les plus courants de l'intoxication mercurielle sont l'éréthisme (labilité émotionnelle, pertes de mémoire, dépression...) et le tremblement mercuriels. Les autres symptômes rapportés correspondent à la sensation de goût métallique, l'hypersalivation, la « mercuria lentis » (décoloration caractéristique du cristallin), les troubles visuels, les troubles digestifs, la fatigabilité et la neuropathie périphérique [9, 22].

En 1982, Shapiro et coll. [23] ont étudié les effets de l'exposition cumulée au mercure sur la santé de 298 dentistes. Ces auteurs ont mesuré la charge tissulaire en mercure de ces dentistes. 23 d'entre eux avaient des concentrations tissulaires supérieures à 20 µg/g. Ils ont ensuite testé les fonctions nerveuses périphériques sensorielles et motrices et effectué des tests neuropsychologiques. Ils ont comparé le groupe à fort taux de mercure avec un groupe contrôle de praticiens ne présentant aucun signe d'imprégnation : 30 % des dentistes ayant une concentration tissulaire supérieure à 20 µg/g présentaient une polyneuropathie sensitivo-motrice, des dysfonctions visuelles et des symptômes psychiques d'angoisse et de détresse. Tous ces symptômes étaient infra-cliniques et n'étaient révélés que lors des tests.

Les auteurs en ont conclu que l'utilisation du mercure comme matériel de restauration dentaire représentait un risque réel pour la santé des dentistes.

En 1997, Langwörth et coll. ont étudié l'exposition aux vapeurs de mercure et son impact sur la santé dans la profession dentaire en Suède. Ils apprécièrent de possibles effets sur le système nerveux central à l'aide de trois questionnaires d'évaluation de la personnalité et de l'humeur, connus pour leur sensibilité précoce. Ils ne trouvèrent pas de corrélation entre l'exposition au

mercure et des scores élevés à ces tests. En revanche, ils notèrent une corrélation entre les mercuriuries et les taux de N-acétyl-bêta glucosaminidase dans les urines, marqueurs de dommages tubulaires rénaux [13].

En 1998, Bittner et coll. ont publié une méta-analyse sur l'étude des effets précliniques liés à l'exposition chronique à de faibles taux de mercure (mercuriurie < 55 µg/l). 230 dentistes ont effectué des tests psychomoteurs. Les auteurs ont trouvé une corrélation significative entre les mercuriuries et le test de « maintien volontaire de la main » (« Intentional Hand Steadiness Test ») [24].

CAS D'INTOXICATION CHRONIQUE

En dehors des travaux épidémiologiques, plusieurs cas d'hydrargyrisme ont été décrits chez des dentistes [25]. L'intoxication se traduit le plus souvent après plusieurs années d'exposition par une instabilité émotionnelle, une fatigue excessive, des troubles de la concentration, un état dépressif, la présence d'un goût métallique dans la bouche et parfois des troubles de la vision avec constriction du champ visuel.

La symptomatologie neurologique apparaît plus tardivement et se manifeste par des troubles sensitifs des extrémités, tels une paresthésie, un engourdissement s'aggravant à l'effort, des troubles de la sensibilité thermique, pallesthésique (3) et kinesthésique. L'électromyogramme peut mettre en évidence une polyneuropathie sensorielle. Quand les troubles atteignent les membres supérieurs, les praticiens sont gênés dans leur travail, notamment par le tremblement mercuriel, qui apparaît lors des gestes fins, et par les troubles de la coordination.

L'intoxication est confirmée par les prélèvements atmosphériques et biologiques, notamment le taux urinaire de mercure. Au début, les symptômes peuvent être rythmés par le travail et décroître pendant les périodes de congés.

L'arrêt de l'exposition et d'éventuels traitements chélateurs permettent le plus souvent le retour progressif à la normale, mais la régression des symptômes peut prendre plusieurs mois et il peut persister des séquelles neurologiques [17, 22, 26 à 28].

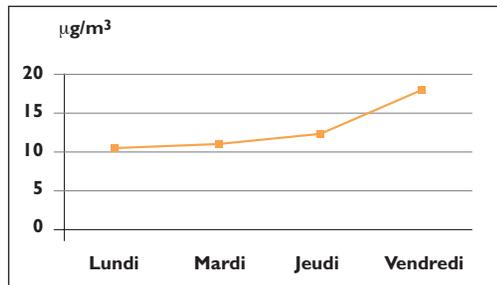
Origine de la pollution mercurielle dans le cabinet dentaire

Le mercure atmosphérique dans le cabinet dentaire est inorganique, métallique. Il peut être absorbé sous deux formes physiques, vapeur et solide :

- les vapeurs de mercure sont émises par le mercure

(3) Pallesthésie : Sensibilité vibratoire osseuse explorée par le diapason.

Fig. 1 : Évolution des concentrations atmosphériques de mercure sur une semaine dans une faculté de chirurgie dentaire (salle de 30 fauteuils) [30].



Concentration atmosphérique dans huit cabinets dentaires [9].

Cabinet	Nombre de dentistes par cabinet	Concentration (µg/m³)	
Cabinets anciens	n° 1	2	103 ± 11
	n° 2	5	237 ± 20
	n° 3	10	168 ± 23
	n° 4	2	60 ± 11
	n° 5	2	23 ± 3
	n° 6	4	126 ± 1
Cabinets neufs : pose d'amalgame	n° 7	1	13 ± 1
	n° 8	2	10 ± 1
Concentration moyenne			92 ± 8

TABLEAU III

liquide et les amalgames. Quand leur température s'élève, le mercure se transforme en vapeur ;

- lors du travail de l'amalgame, notamment le fraisage et le meulage d'anciens amalgames ou le polissage, des poussières d'amalgame sont mises en suspension dans l'atmosphère, ces particules solides sont riches en mercure [27].

Il existe essentiellement deux voies d'absorption du mercure dans le cadre de l'exposition professionnelle des dentistes :

- la voie respiratoire par inhalation des vapeurs de mercure et des particules chargées de mercure,
- la voie cutanée qui est une voie de contamination moindre à l'heure actuelle pour le praticien du fait du port quasi-systématique de gants comme moyen de prévention du risque biologique. Par ailleurs, la préparation de l'amalgame et son insertion dans la cavité dentaire ne devraient plus se faire manuellement. En principe, le contact est indirect par le biais des instruments (godet, porte-amalgame, fouloir...).

L'une des voies possibles de contamination de la peau est la projection de particules sur le praticien pendant l'intervention. Cependant, c'est un contact avec de faibles quantités de mercure comparé à ce qui existait il y a quelques années, lorsque l'amalgame était exprimé à l'aide d'une peau de chamois utilisée sans gants ou lorsque l'amalgame était mis dans la cavité manuellement. Ce mercure cutané peut être absorbé par voie transcutanée, mais aussi par ingestion avec les aliments ou par inhalation, favorisée par le tabagisme.

La présence du mercure dans le cabinet dentaire induit une pollution de fond qui a été évaluée par certains auteurs et qui a déjà été évoquée dans le paragraphe concernant la métrologie d'ambiance dans les cabinets dentaires. Cette contamination des locaux n'est pas homogène et on peut déterminer les principales sources de mercure.

Certains actes sur amalgame (pose, dépose, polissage) augmentent les teneurs en mercure dans l'air. De nombreux facteurs aggravants ont été mis en évidence et font l'objet de recommandations pour réduire le risque.

POLLUTION DE FOND

Dans le cabinet dentaire il existe une pollution mercurielle de fond (tableau I) avec des variations géographiques et des pics de pollution dans le temps en fonction de l'activité.

En 1981, dans une étude sur 200 cabinets dentaires, Nixon a mis en évidence une corrélation entre augmentation des taux de mercure ambiant et ancienneté du cabinet [in 29].

En 1992, Rubin, aux Etats-Unis, a effectué des mesures dans six cabinets anciens (n° 1 à 6) pendant tous types de soins et dans deux cabinets neufs (n° 7 et 8), pendant des poses d'amalgame (tableau III) [in 9]. Cette étude souligne l'importance de la décontamination des locaux dans lesquels l'ambiance reste polluée malgré un équipement technique moderne limitant les risques de pollution mercurielle.

En 1995, Livardjani et coll. [30] ont effectué des mesures d'atmosphère d'une salle de 30 fauteuils dans une faculté de chirurgie dentaire. Ils ont mis en évidence une augmentation progressive des concentrations en mercure tout au long d'une semaine de travail (figure 1).

SOURCES DE MERCURE

Dès 1968, Joselow et coll. [8] mettaient en cause le non-respect des règles d'hygiène, la manipulation manuelle du mercure, son expression à la peau de chamois, les moquettes... En 1997, Langwörth et coll. [13] estimaient que le taux atmosphérique de fond dans la pièce était fortement lié aux éventuelles pertes de mercure métal, aux résidus d'amalgames au sol, aux pics pendant certaines tâches, au type d'équipement, de ventilation, de revêtement de sol...

En effet, le mercure en suspension (vapeurs et particules), quand il se dépose, peut se dissimuler derrière les plinthes et dans des endroits inaccessibles au nettoyage régulier. Suivant la température du local, ce mercure caché peut se revaporiser et polluer l'atmosphère. Selon Caitucoli et coll. [in 18], il suffit d'une

gouttelette de 2,5 millimètres de diamètre pour amener à vapeur saturante l'atmosphère d'une pièce de 50 m³, c'est-à-dire pour avoir une concentration atmosphérique de 400 µg/m³. Il faut bien avoir à l'esprit que la densité du mercure est importante et qu'une goutte de la grosseur d'une tête d'épingle pèse 10 milligrammes. Marxhors et coll. ont montré que, dans une pièce de 50 m³, 20 grammes de déchets d'amalgame provoquent une pollution atmosphérique de 40 µg/m³ de mercure à 22 °C, et 100 µg/m³ à 60 °C [in 18].

La contamination des cabinets dentaires est liée à l'existence de sources fixes d'émission mercurielle, d'actes spécifiquement polluants et de facteurs aggravants.

Sources fixes

En 1978, Wilson réalisa des mesures à points fixes et trouva des valeurs supérieures à 50 µg/m³ au-dessus du plan de travail de l'amalgame, sous la semelle du dentiste, dans le local où se faisait la trituration, dans la poubelle [in 18].

Au Canada, en 1983, Jones et coll. [in 11] mesuraient des moyennes de 10 µg/m³ autour du fauteuil et 30 µg/m³ dans la zone de trituration de l'amalgame.

En 1986, les études de Nilsson et Nilsson, en Suède, ont évalué les concentrations atmosphériques en mercure dans 33 cabinets dentaires publics et 49 privés, lors de différentes opérations et à différents endroits (*tableaux IV et V*) [in 9] :

En analysant ces données, on constate que les endroits les plus contaminés sont les zones de stockage du mercure ou des déchets mercuriels, les lieux où l'on travaille avec du mercure et ceux où il peut se dissimuler en cas de perte.

En 2000-2001, des mesures effectuées en fin de journée de travail, en différents points de 54 cabinets dentaires privés ont permis de déterminer cinq sources principales de pollution mercurielle [31] : séparateur, amalgamateur, tritrateur, déchets mercuriels, crachoir, tuyaux d'aspiration. Le séparateur (*photos 1 et 1 bis*) est un dispositif récent imposé aux dentistes afin de protéger l'environnement. C'est un système qui

TABLEAU IV

Concentrations atmosphériques de mercure (µg/m³) dans les cabinets dentaires [in 9]

	Cabinet dentaire public				Cabinet dentaire privé				
	Md	Min	Max	n	Md	Min	Max	n	
Au fauteuil (sol)	3	<1	31	109	5	1	31	59	**
A la préparation d'amalgame (sol)	2	<1	7	109	4	1	160	54	***
A la préparation d'amalgame (table)	5	1	308	109	12	1	519	54	***
Près du collecteur de débris (sol)	2	<1	7	106	4	1	179	52	***
Près du collecteur de débris (table)	11	1	363	106	11	1	705	53	n.s.
Près de la poubelle (sol)	3	<1	10	107	5	1	20	49	***
Près de la poubelle	4	<1	126	104	9	1	375	49	***
Dans fissures du revêtement de sol	4	<1	26	95	6	<1	123	53	**
Près de la réserve à mercure	5	<1	33	89	7	1	32	33	*
Au stockage des déchets	4	2	89	67	54	2	107	2	n.s.
Près du radiateur (sol)	3	<1	10	108	4	<1	18	56	***

Md = médiane - n = nombre d'opérations - n.s. = non significatif
* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,0001 (u-Test de Mann-Whitney)

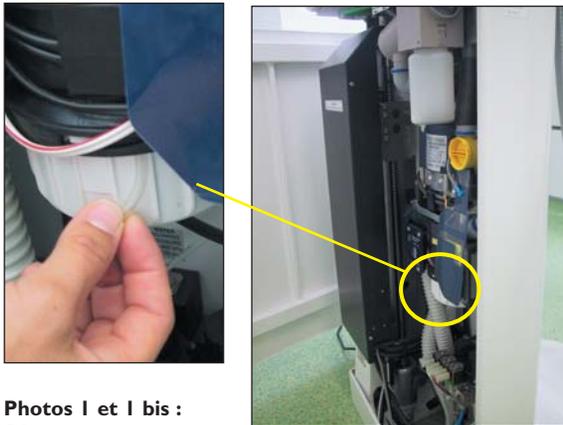
TABLEAU V

Concentrations atmosphériques de mercure (µg/m³) dans les locaux de stérilisation [in 9]

	Cabinet dentaire public				Cabinet dentaire privé				
	Md	Min	Max	n	Md	Min	Max	n	
Stérilisation (sol)	1	<1	3	35	3	<1	31	47	***
Machine à laver ou évier (sol)	2	<1	3	35	4	<1	13	48	***
Poubelle (sol)	1	<1	4	34	3	<1	14	48	***
Poubelle ouverte	1	<1	27	32	5	<1	70	47	***
Plan de travail	1	1	3	35	4	<1	42	45	***
Évier	1	<1	11	35	4	<1	42	48	***
Fentes dans revêtement de sol	1	<1	11	21	6	1	20	38	***
Conservation du mercure	4	2	8	6	5	1	193	17	n.s.
Conservation des déchets de mercure	3	1	14	21	6	1	342	37	**

Md = médiane - n = nombre d'opérations - n.s. = non significatif
* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,0001 (u-Test de Mann-Whitney)





**Photos 1 et 1 bis :
Séparateur
(toutes marques confondues)
Moyenne 141,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De 0,6 à 5 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

empêche les déchets solides d'aller dans le réseau classique des eaux usées. Les déchets d'amalgames sont ainsi stockés plusieurs mois dans les locaux du praticien. Mais compte tenu des propriétés physico-chimiques du mercure, les déchets continuent d'émettre des vapeurs mercurielles. Or, ces séparateurs sont-ils suffisamment étanches pour retenir ces vapeurs ?

L'amalgamateur (*photo 2*) est l'appareil permettant de mélanger par vibration les composants de l'amalgame. Dans cette étude, certains dentistes utilisaient



**Photo 2 : Amalgamateur
Moyenne 23,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De 0,7 à 192,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

encore l'amalgamateur avec réserve de mercure en vrac, ce qui explique certains taux particulièrement élevés. Le mercure en vrac n'étant plus commercialisé, bientôt tous les dentistes utiliseront des capsules pré-dosées avec un tritrateur, système moins polluant.

Le stockage des déchets (*photos 3 et 3 bis*) d'amalgames et des capsules pré-dosées usagées est une source de pollution mercurielle non négligeable en cas de non respect des mesures préventives préconisées. Les résidus de coupelle, c'est-à-dire les déchets d'amalgames frais, libèrent du mercure sous forme de vapeurs. Dans l'étude de Lux, dans le Sud-Ouest de la

France, en 1990, 81 % des praticiens disaient récupérer les déchets d'amalgames mais sans précautions particulières pour leur conservation [17]. Dans une enquête Strasbourgeoise concernant 39 cabinets dentaires, 20 dentistes stockaient les déchets à sec (4 dans un récipient ouvert) et les 19 autres les stockaient dans un récipient fermé sous eau (14), huile (2), alcool (1) ou liquide révélateur photo (2) [32].



**Photos 3 et 3 bis : Déchets mercuriels
Moyenne 48,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De 0,4 à 331,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Le crachoir (*photo 4*), bien qu'il soit régulièrement rincé et après nettoyage en fin de journée, reste un endroit contaminé et, de ce fait, une source de pollution mercurielle. Les tuyaux d'aspiration (*photo 5*) adsorbent les vapeurs de mercure émises par les amalgames. Les solutions de nettoyage parfois utilisées par les praticiens sont inefficaces pour éliminer le mercure métal car elles ne sont que des solutions désinfectantes.



**Photo 4 : Crachoir
Moyenne 12,75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De 0,7 à 91,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

**Photo 5 :
Tuyaux d'aspiration
Moyenne
144,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De 1,6 à 991,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



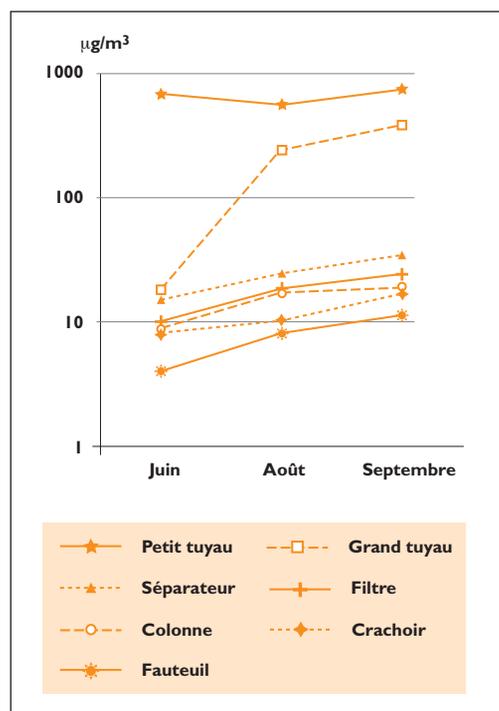
Dans une étude complémentaire réalisée en 2001 dans une faculté de chirurgie dentaire (*tableau VI*), la concentration du mercure a été analysée en différents points de plusieurs postes de travail, en fin de semaine, en juin, août et septembre. Bien que l'activité en sec-

TABLEAU VI

Évolution des concentrations atmosphériques de mercure à différents endroits du cabinet (faculté de chirurgie dentaire), de juin à septembre 2001 [31].

Lieu de prélèvement	Juin		Août		Septembre	
	Hg en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min-Max	Hg en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min-Max	Hg en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min-Max
Sur les fauteuils	4,06	1,1 - 7,6	8,04	2,0 - 25,9	11,38	2,4 - 43,1
Dans les crachoirs	8,1	1,7 - 13,2	10,63	3,4 - 28,0	16,79	4,4 - 26,5
Dans les tuyaux d'aspiration						
• Petit tuyau	664,98	21,1 - 1 862,6	544,05	99,2 - 2 632,1	729,1	17,6 - 1 953,36
• Grand tuyau	17,95	10,4 - 30,6	230,47	5,6 - 2 393,1	379,06	96,1 - 2 384,4
Colonne	8,67	2,6 - 20,3	17,25	6,2 - 80,2	18,81	4,3 - 7,3
Autour du filtre du crachoir (bouchon fermé)	9,98	4,1 - 21,7	18,62	9,8 - 53,36	24,14	9,2 - 50,1
Autour du séparateur	15	3,2 - 37	24,28	9,3 - 49,3	33,96	9,2 - 82,8

Fig. 2 : Évolution des concentrations atmosphériques de mercure à différents endroits du cabinet (faculté de chirurgie dentaire), de juin à septembre 2001 [31].



teur privé soit un peu différente de celle de la faculté, les sources de pollution mercurielle sont identiques.

Les mesures ont été effectuées sur les fauteuils, dans les crachoirs, dans les tuyaux d'aspiration, au niveau de la colonne située sous le crachoir (photo 4), autour du filtre du séparateur mais sans ouvrir le bouchon, enfin autour de la cassette de stockage du mercure dans le séparateur. On observe une accumulation progressive du mercure en différents points (figure 2) [31].

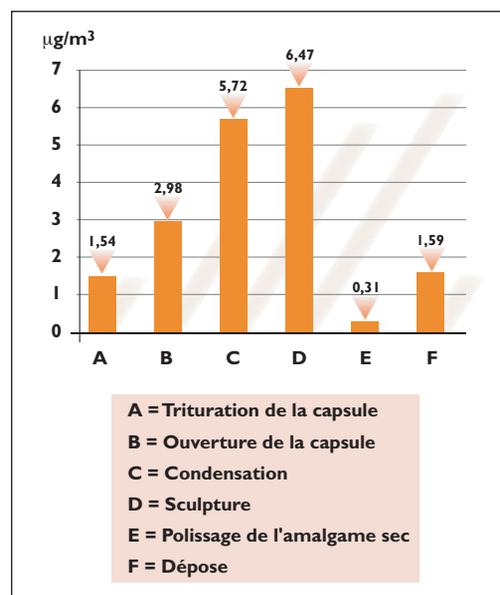
Ces résultats mettent en évidence que des déchets d'amalgames restent dans les différents dispositifs du fauteuil, les tuyaux d'aspiration, le crachoir, les filtres... et continuent d'émettre des vapeurs de mercure en grandes quantités.

Activités spécifiques polluantes

Les activités sur amalgames puis le nettoyage et la stérilisation des instruments polluent l'atmosphère du cabinet dentaire. Engle et coll., en 1992 [33], ont quantifié, in vitro, la quantité de mercure libéré pendant le travail sur amalgame. Dans de bonnes conditions (spray d'eau et aspiration chirurgicale), ils enregistraient 6 à 8 μg pendant la pose, 2 à 4 μg pendant le polissage, 1 à 2 μg pendant la trituration et 15 à 20 μg pendant la dépose. En règle générale, les taux ne dépassent pas les valeurs limites d'exposition admises [13, 33, 34].

En 1999, Schach-Boos et coll. [14, 35] ont effectué des prélèvements dans la zone respiratoire de huit dentistes. Les expositions moyennes ont été calculées en fonction des actes réalisés : ces taux varient entre 0,31 μg de mercure par m^3 lors du polissage d'amalgames secs et 6,47 lors de la sculpture des amalgames frais (figure 3). Ils ont aussi montré qu'en fonction des tech-

Fig. 3 : Concentration atmosphérique de mercure dans la zone respiratoire des dentistes, en fonction de l'acte réalisé.



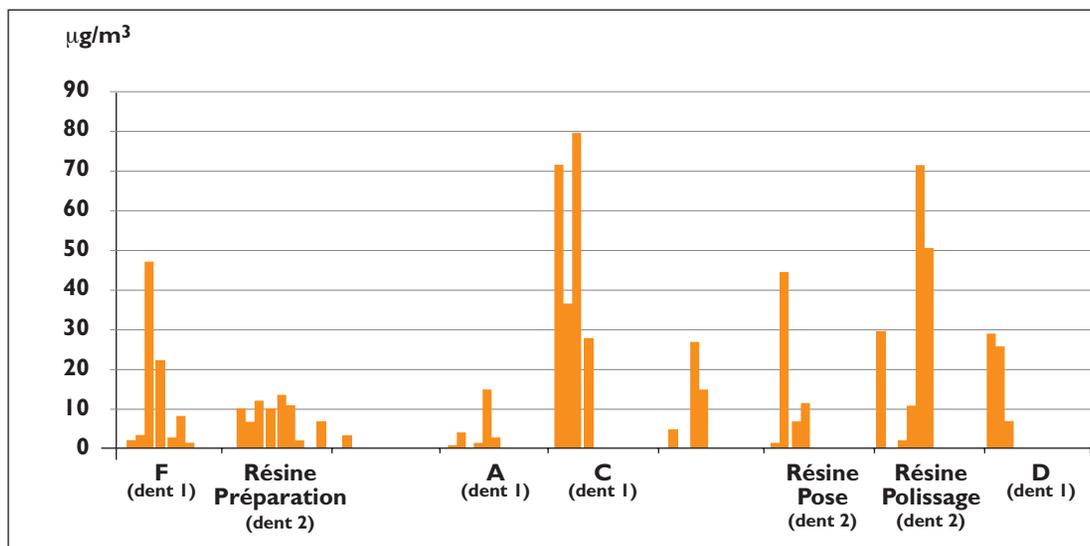


Fig. 4 : Concentrations atmosphériques de mercure dans la zone respiratoire d'un dentiste pendant le remplacement d'un amalgame (dent 1) et une obturation par résine (dent 2).

niques utilisées, ces valeurs peuvent atteindre jusqu'à $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La figure 4 illustre l'évolution des concentrations atmosphériques de mercure dans la zone respiratoire d'un dentiste pendant le remplacement d'un amalgame (dent 1) et une obturation par résine (dent 2). Ce praticien utilisait des capsules pré-dosées non gamma2 (4), ce qui limite au maximum la pollution mercurielle. Mais, après trituration (c'est-à-dire une fois la capsule vibrée et le mélange mercure-alliage réalisé), il ouvrait la capsule, prenait l'amalgame en main et l'insérait manuellement, sans porte-amalgame dans la cavité dentaire. La valeur maximale atteinte était alors de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pendant la condensation de l'amalgame dans la dent. La surface des gants restant contaminée, l'exposition se prolongeait pendant toute la durée de la consultation et, notamment, des valeurs élevées étaient aussi observées pendant le polissage du composite.

La pose d'amalgame

En 1980, à Munich, Kessel et coll. ont mesuré au cabinet dentaire, à 15 cm de la bouche du patient, le mercure atmosphérique. Avant la pose de l'amalgame, ils enregistraient $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pendant la pose, $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et quand l'assistante remplit le porte-amalgame, $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [in 18].

En 1997, à Strasbourg, Schlegel et coll. [36, 37] ont modélisé la cavité buccale et mesuré la quantité de mercure se dégageant lors de la pose d'un amalgame sans mesures préventives particulières et pendant les 48 premières heures. Ils mesuraient $530 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la 4^e minute, $256 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la première heure et $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la 48^e heure. Ainsi, lors des premières minutes, les concentrations étaient très importantes et dépassaient les $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce seuil était encore dépassé à la 15^e

minute (entre 232,06 et $673,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pendant la prise de l'amalgame, l'évaporation de mercure diminuait, mais c'est bien pendant les premières minutes que le praticien travaille dans la bouche du patient et peut être exposé à ce pic de vapeurs.

La trituration

La trituration est le processus d'amalgamation du mercure avec la poudre pour former l'amalgame dentaire.

L'utilisation de capsules pré-dosées diminue le risque de contamination accidentelle du local et limite le dégagement de vapeurs pendant la trituration, car le mélange s'effectue directement dans la capsule dont l'étanchéité devrait être parfaite. Un dégagement de vapeurs de mercure persiste lors de l'ouverture de la capsule par le praticien car l'amalgame frais a été chauffé par les mouvements rapides de l'appareil. Ces capsules sont à usage unique.

La condensation

Après trituration, l'amalgame est, normalement, déposé dans un godet puis chargé dans un porte-amalgame. La condensation de l'amalgame a deux buts, le remplissage de la cavité dentaire et l'élimination des excès de mercure. Elle peut se faire au fouloir, manuellement ou mécaniquement (vibrations à vitesse plus ou moins grande) ou à l'aide d'un dispositif à ultra-sons. C'est la première méthode qui est la moins polluante et la plus utilisée (88 % des praticiens). La condensation mécanique au fouloir à haute vitesse et la condensation aux ultra-sons échauffent l'amalgame et provoquent donc le relargage de mercure sous forme de vapeurs, créant un « véritable aérosol riche en mercure » [17, 27, 38]. En 1980, lors de leur enquête en

(4) Amalgames non gamma2 : La réaction de prise des amalgames, dits traditionnels, conduit à la formation d'une structure polyphasée, la phase gamma2 (étain-mercure) étant celle qui libère le plus de mercure. Les amalgames de nouvelle génération sont dits non gamma2, car cette phase est inexistante dans la structure finale de l'amalgame.

Aquitaine, Caitucoli et coll. [in 18] ont mesuré les teneurs atmosphériques en mercure lors de la condensation aux ultrasons, les résultats dépassent très rapidement $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans l'enquête de Lux, en 1990, 79 % des dentistes utilisaient un porte-amalgame et 12 % condensaient aux ultrasons [17].

Dans l'étude strasbourgeoise de 1995, à la fin de la trituration, 27 dentistes sur 39 récupéraient l'amalgame dans un godet, un à main nue et 11 dans une peau de chamois pour l'essorer (le plus souvent sans gants). Pour insérer l'amalgame, 38 sur 39 utilisaient le porte-amalgame et condensaient au fouloir à main. Un dentiste utilisait un condensateur à ultrasons [32].

La dépose d'anciens amalgames

Le praticien utilise le plus souvent une turbine, au mieux avec spray d'eau. L'extraction d'anciens amalgames engendre la production de particules d'amalgame. En 1972, Buchwald a mesuré des concentrations de mercure dans l'air atteignant pour les vapeurs $2\ 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant l'ablation des vieux amalgames et pour les particules $12\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne $1\ 130 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les techniques de refroidissement de l'amalgame et d'aspiration permettaient de diminuer fortement la libération des particules : $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $1\ 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $2\ 670 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sans ces mesures préventives [in 17].

Pour Afota, en 1983, c'est également la dépose d'anciens amalgames par fraisage à sec qui représente le plus grand danger mercuriel (moyenne enregistrée de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [18].

Le meulage et le polissage

Selon Caitucoli et coll., lors du meulage, il y a plus de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de mercure dans l'atmosphère après 12 secondes d'utilisation de la turbine [in 17]. Il faut travailler avec le spray d'eau pour réduire la quantité de poussières mises en suspension et refroidir l'amalgame pour limiter l'évaporation.

Dans l'étude strasbourgeoise de 1995, seuls 6 dentistes sur 39 polissaient les amalgames à sec [32].

Le nettoyage et la stérilisation des instruments

La chaleur vaporise le mercure. Or, dans le petit volume que représente un stérilisateur, de petites quantités de mercure à haute température peuvent engendrer de fortes concentrations et provoquer des pics de pollution à l'ouverture de la porte du stérilisateur [17]. Nixon, en 1981, mesurait déjà des taux élevés de mercure près des stérilisateurs en marche, notamment en cas de fuite près de la porte du four et à son ouverture (jusqu'à $770 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [in 29 et 38].

Avant stérilisation, il faut donc éliminer toute trace d'amalgame sur les instruments. La stérilisation des instruments ensachés permet de diminuer l'émission

des vapeurs de mercure. Au mieux, le stérilisateur devrait être sous hotte aspirante [5].

FACTEURS AGGRAVANTS

Outre les sources de pollution déjà évoquées, certaines études ont mis l'accent sur des facteurs aggravants liés aux techniques utilisées ou aux locaux.

Techniques utilisées

Domey, en 1975, mettait en évidence que la quantité de mercure utilisée annuellement et le nombre d'amalgames mis en bouche influençaient la pollution par les vapeurs mercurielles [in 17]. En 1990, l'étude de Lux, concernant 88 dentistes, établissait que seuls 10 % d'entre eux inséraient plus de 10 amalgames par jour [17]. Indépendamment de la quantité de mercure manipulée, les techniques utilisées peuvent minimiser ou largement aggraver l'exposition professionnelle au mercure.

Méthodes de préparation d'amalgame

En 1990, Lux comparait différentes méthodes de préparation d'amalgame et concluait que ce sont les vibreurs avec capsules prédosées à usage unique qui dégagent le moins de mercure [17]. Mais toutes les capsules n'ont pas la même étanchéité et de nombreuses études se sont attachées à comparer différentes marques de capsules prédosées [38].

Aspiration

En 1995, Pohl et Bergman ont mesuré les vapeurs de mercure dans la zone respiratoire des dentistes dans des conditions cliniques ordinaires de dépose de 50 amalgames avec repose et 80 polissages. Les valeurs moyennes étaient comprises entre 1 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si les mesures d'hygiène étaient respectées. Si l'extracteur salivaire était utilisé sans l'aspiration, les niveaux de vapeurs de mercure atteignaient 2 à 15 fois la VME ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Suède). En conclusion, ils conseillent d'utiliser une aspiration chirurgicale à haut volume surtout pendant le fraisage ainsi qu'un spray d'eau pendant le fraisage et le polissage pour limiter l'élévation de température et donc la vaporisation du mercure [11].

En 1997, Langwörth et coll., en mesurant le mercure atmosphérique dans la zone respiratoire des dentistes et de leurs assistant(e)s, constatèrent des augmentations temporaires des taux de mercure surtout pendant la préparation et l'insertion des amalgames, moins au moment du fraisage et du polissage sauf en cas de non-utilisation de l'aspiration (pic à 84 et $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [13].

Spray d'eau

En 1992, Engle et coll. ont étudié, in vitro, les vapeurs mercurielles émises lors du travail sur amalgame. Les quantités les plus importantes (44 µg) étaient émises lors du polissage à sec. Lors de l'utilisation du spray d'eau, ils enregistraient, pour le polissage, des valeurs de 2 à 4 µg [33].

Lors de la dépose, l'utilisation du spray d'eau permet également de diminuer considérablement le relargage de mercure en refroidissant l'amalgame ce qui réduit l'évaporation [38] et limite la mise en suspension dans l'air des poussières.

Dans l'enquête strasbourgeoise de 1995, tous les dentistes déposaient les vieux amalgames sous spray d'eau [32] alors que dans l'enquête de Lux en 1990, seuls 54 % des dentistes utilisaient le spray d'eau [17]. Lux, dans son enquête de 1990 concernant 88 praticiens, mettait en évidence que le principal danger de contamination mercurielle vient de la non-utilisation du spray lors de la taille des amalgames, ainsi que des mauvaises conditions de préparation des amalgames [17].

Locaux

Nature des revêtements de sol

De nombreuses études ont mis en évidence la relation entre la nature du revêtement de sol et du plan de travail et la pollution de fond du cabinet : moquette et plancher seraient des facteurs aggravants car ils augmentent la rétention des poussières et des microgouttes de mercure. Les parquets de bois sont déconseillés en raison des interstices entre les lames et entre le mur et la plinthe [38].

Miller, en 1974 [in 17], et Domey, en 1975 [in 29], signalaient que les cabinets les plus pollués avaient des tapis à poils ras [in 17 et 29]. Dès lors qu'il y a des joints ou des fissures, il est plus difficile de décontaminer et la pollution augmente.

Une enquête de 1976, portant sur 115 cabinets, réalisée par Harris et coll., a mis en évidence le rôle limitatif des sols carrelés et de l'utilisation des capsules prédosées. Les taux faibles de vapeurs mercurielles détectés étaient constamment associés à ces deux facteurs [in 18].

Kessel et coll., en 1980, ont comparé les concentrations de mercure dans le sang et les urines de praticiens exerçant dans des locaux avec revêtement plastique et d'autres avec moquette et trouvaient que les praticiens travaillant dans les locaux avec moquette étaient plus exposés que les autres (cité dans Afota, [1]).

Il existe d'autres études contradictoires qui concluent que bien que les revêtements plastiques permettent d'avoir une hygiène beaucoup plus facile par rapport à l'élimination du mercure, il existe des cabinets avec revê-

tement de sol plastique plus pollué que des cabinets avec moquette [in 17].

La ventilation

Stewart et Stradling, en 1971 [in 18], ont fait des mesures après neutralisation des systèmes de ventilation et d'aération. Les concentrations atmosphériques en mercure passaient de 28 µg/m³ à 54 µg/m³ en 30 minutes, puis à 84 µg/m³ après préparation d'un amalgame et redescendaient à 64 µg/m³ après 5 minutes de ventilation. D'après Domey [in 17], la fréquence de remplacement des filtres à air conditionné n'intervient pas.

Entretien des locaux

Domey, en 1975, rapportait que des nettoyages fréquents entraînaient une diminution des niveaux de vapeur de mercure [29].

Prévention technique

Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires peut être réduit en suivant quelques règles de base.

REEMPLACER LE MERCURE PAR UN PRODUIT MOINS DANGEREUX

L'amalgame au mercure peut être remplacé dans certaines indications par d'autres matériaux, mais il reste indispensable dans un certain nombre de cas. De plus, l'innocuité des matériaux de remplacement n'est pas établie.

RÉDUIRE L'ÉMISSION DE POUSSIÈRES ET DE VAPEURS

Il s'agit de respecter des règles d'hygiène de base et d'adopter les techniques les moins polluantes :

- Travailler sous pulvérisation abondante d'eau avec une aspiration haute vitesse pour diminuer l'émission de poussières et pour refroidir l'amalgame afin de limiter l'évaporation du mercure. Ne pas utiliser de condensateur à ultrasons [29]. Le travail sous digue ⁽⁵⁾ est préférable [39]. Afin de limiter les phénomènes de corrosion de l'alliage, il faut éviter de mettre les amalgames en contact avec un autre alliage et il faut polir l'obturation de façon différée.

- Éviter les surfaces d'évaporation en fermant les containers à déchets... Le mercure, les déchets mercuriels humides et les capsules prédosées usagées doivent être stockés dans des récipients incassables, à l'abri des

(5) Digue : Champ opératoire en latex

(6) Fix Hg : Solution de conservation des déchets mercuriels qui, par réaction chimique, fixe le mercure et limite fortement le dégagement de vapeurs de mercure. C'est, en somme, une solution piègeuse de vapeur de mercure et un fort antiseptique.

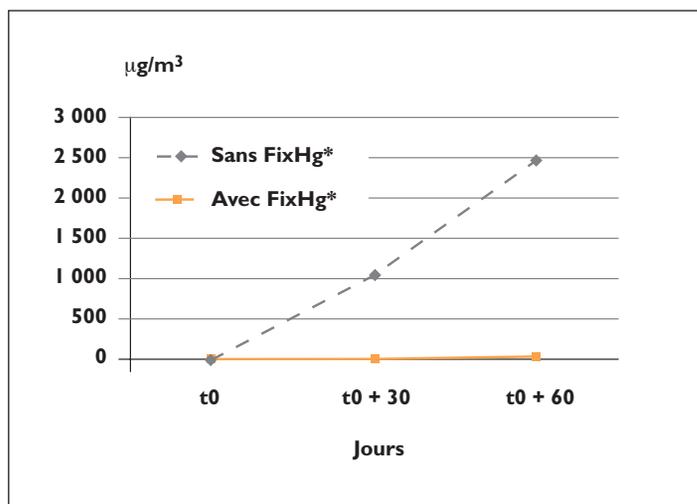


Fig. 5 : Concentration du mercure dans le récipient en fonction du temps.

sources de chaleur. Les récipients de stockage doivent être en verre ou en plastique, l'aluminium réagissant violemment avec le mercure [40]. Seules des solutions oxydantes, de type Fix Hg[®] (6), peuvent réduire efficacement le taux d'émission de mercure (figure 5). La normalisation de ces conteneurs à déchets est en cours.

L'emplacement du récipient de stockage doit être un lieu frais et correctement ventilé, au mieux sous hotte aspirante. Une gestion correcte de ces déchets diminuerait considérablement le risque de contamination du cabinet.

- L'amalgamateur et les déchets devraient être placés sous hotte aspirante [6]. La preuve de l'efficacité de cette mesure a été faite dès 1978 [51].

- Les stérilisateurs sont une source de pollution mercurielle non négligeable [29], [33] [50]. Nullet conseille de décontaminer les instruments dans une solution de thiosulfate de sodium à 10 % pendant une heure avant de les stériliser. Il recommande également de placer le stérilisateur dans une pièce différente de la salle de soins et d'éviter d'inhaler les vapeurs au moment de l'ouverture de la porte [33].

Valade suggère d'adapter un filtre de charbon activé et une aspiration d'air au stérilisateur [50].

Haïkel et coll. conseillent d'éliminer d'abord toute trace d'amalgame sur les instruments, puis de stériliser les instruments ensachés. Cela permet de diminuer l'émission des vapeurs de mercure. Au mieux, le stérilisateur devrait être sous hotte aspirante [17].

CONCEPTION DES LOCAUX

Les sols et les murs doivent être recouverts d'un matériau lisse et imperméable, facile à nettoyer, exempt de fissures ou de joints poreux (pas de plâtre, bois, ciment), adhérent aux surfaces verticales jusqu'à une hauteur de 10 cm environ [38]. Lux propose que les surfaces de travail soient inclinées vers le fond de 5 degrés pour permettre une récupération du mercure. Il suggère également d'acheter du mobilier sur roulette, afin de

pouvoir nettoyer les sols plus facilement [17].

Les installations électriques doivent être conçues pour permettre le nettoyage à grande eau des lieux de travail (après un badigeon fleur de soufre et chaux, par exemple).

Les appareils de chauffage devront avoir une forme simple et nette. Le chauffage par le sol, par air pulsé ou par radiateur soufflant est à proscrire. La température d'un lieu de travail ne devrait pas dépasser 18-20 °C [17 et 40].

Les locaux doivent être ventilés : une ventilation peut être assurée avec aspiration à la source et au niveau du sol. Les dispositifs d'aspiration doivent prévoir le piégeage des vapeurs de mercure pour ne pas contaminer l'environnement [40].

Dans une étude réalisée à Atlanta en 1976, sur 134 cabinets dentaires, six cabinets contaminés bénéficièrent de l'installation d'un système de filtrage des vapeurs de mercure. En une semaine, les concentrations ne dépassaient plus 50 µg/m³ et en 8 semaines, elles étaient inférieures à 40 µg/m³ [17].

ENTRETIEN DES LOCAUX

Nettoyage des locaux

Le nettoyage doit être quotidien, avec une serpillière humide sur laquelle on devrait ajouter, d'après Lux, une solution de bisulfite à 1 % une fois par semaine [17]. Il est recommandé d'aérer au moins cinq minutes toutes les heures [43].

L'utilisation d'un aspirateur ordinaire pour le ménage du cabinet dentaire est à proscrire car le mercure aspiré formerait des amalgames avec les parties métalliques de l'aspirateur qui revaporiserait du mercure au cours des utilisations suivantes [44].

Procédés de décontamination

Il faut éviter les souillures des surfaces de travail,

mais, en cas de pertes et pour éliminer tout risque de contamination, il faut récupérer le mercure. Dans une étude réalisée à Strasbourg dans 39 cabinets dentaires, aucun dentiste n'avait connaissance de moyens chimiques de décontamination, ni de l'existence sur le marché de kits de décontamination [32].

En cas de perte de mercure

Dans un premier temps, l'opérateur doit se débarrasser de tout bijou métallique avec lequel le mercure pourrait s'amalgamer [44]. Ensuite, il faut ramasser le plus de mercure possible avec une feuille de papier et le mettre dans un récipient non métallique et hermétique.

Dans un deuxième temps, il faut utiliser des procédés complémentaires chimiques ou physiques [45] : de la fleur de soufre peut être appliquée (pendant 24h) ou de la poudre de zinc (pendant quelques heures) sur les résidus, puis il faut balayer et jeter dans un récipient. Le reste peut éventuellement être aspiré, mais il faut immédiatement jeter le sac [44].

En cas de contamination des locaux

Si les locaux sont contaminés, il faut aérer la pièce et diminuer sa température. Mais, les taux baissent lentement et il faut parfois changer les moquettes ou parquets pour aboutir à une décontamination correcte. Le lessivage des murs et des surfaces solides avec une solution contenant de la fleur de soufre est aussi proposé. Ensuite, il convient d'appliquer un enduit polyuréthane sur les surfaces.

Contrôle de la concentration atmosphérique

Des contrôles réguliers de l'atmosphère devraient être effectués. Le rapport du sénateur Miquel suggère d'effectuer une surveillance métrologique régulière des cabinets dentaires [1].

PRÉVENTION INDIVIDUELLE

L'éducation du personnel

Le personnel doit être formé et informé, y compris la femme de ménage et les éventuels intervenants extérieurs (personnel de nettoyage...). Il faut particulièrement veiller au respect des interdictions de fumer, boire et manger sur les lieux de travail [41].

L'hygiène personnelle

Valade déconseille de porter des cheveux longs ou une barbe. Il recommande de protéger toute plaie cutanée, de porter des lunettes protectrices et un masque [38].

Dans le cabinet dentaire, il est recommandé de disposer de distributeur de savon liquide commandé au pied et d'utiliser des serviettes à usage unique jetées dans une poubelle close [20].

Il est important de se laver les mains et la bouche avant chaque repas [46].

L'hygiène cutanée et vestimentaire du personnel devra être stricte. Il faut porter des habits de travail et des gants appropriés. La contamination des vêtements civils par les gouttelettes de mercure devra être prévenue : vestiaires séparés du lieu de travail et différents pour les vêtements de travail et les vêtements civils [47].

Les équipements de protection individuelle

Les dentistes portent des vêtements de travail, en général, au moins une blouse par-dessus leurs vêtements civils. La plupart d'entre eux travaille avec un masque chirurgical, des gants à usage unique et des lunettes de protection. Ces précautions sont prises vis-à-vis du risque biologique, essentiellement. Certains de ces équipements de protection individuelle protègent également de la contamination mercurielle. Toutefois, les masques chirurgicaux ne filtrent absolument pas le mercure. Il faut privilégier des masques filtrants les particules solides, d'efficacité P2 ou P1 avec une couche de charbon activé. En effet, il n'existe actuellement pas de masque jetable spécifique au mercure [25].

Ces différents aspects de la prévention de l'hydrargyrisme sont, pour la plupart, connus de longue date. Des recommandations existent depuis les années 70 (American Dental Association). Les dernières datent, en France, de 1998 et visaient la prévention de la pollution de l'atmosphère de travail et de l'environnement : le Conseil supérieur d'hygiène publique de France dans un avis relatif à l'amalgame dentaire (séance du 19 mai 1998) conseillait alors vivement aux professionnels de « s'équiper rapidement d'un séparateur d'amalgame, l'arrêté du 30 mars 1998, relatif à l'élimination des déchets d'amalgame issus des cabinets dentaires, rendant obligatoire la récupération de l'ensemble des déchets d'amalgame dans un délai de 3 ans ».

La récupération des déchets devient, en effet, un problème crucial pour l'environnement. Ainsi, en 1996, Rubin et coll. estimaient que les cabinets dentaires rejetaient une tonne de mercure par an aux Etats-Unis, à travers les systèmes d'aspiration [48].

Le problème est qu'actuellement, les déchets mercuriels sont stockés dans le cabinet et qu'il y a un doute sur l'étanchéité des séparateurs. Le rapport du sénateur Miquel [1] souligne même qu'« en diminuant le risque mercuriel dans l'eau on majore le risque mercuriel dans l'air » et demande si « le choix d'imposer aux cabinets un équipement de récupération n'aurait finalement conduit qu'à transférer le risque sans le supprimer ».

Prévention médicale

Les médecins du travail suivent plus souvent les assistantes dentaires que les chirurgiens-dentistes. Le rapport du sénateur Miquel propose qu'un suivi médical soit également assuré pour les dentistes.

EXAMEN DE PRÉEMPLOI

Toujours cité, cet examen a pour but de ne pas exposer des personnes qui pourraient être particulièrement sensibles :

- celles souffrant de gingivite ou d'affection buccale, d'atteinte rénale et de désordres nerveux ;
- celles présentant une addiction à l'alcool [16, 41] ;
- femmes enceintes ou en période d'allaitement [46].

Il serait utile de doser le mercure urinaire pour avoir une valeur de référence avant toute exposition [16].

EXAMEN PÉRIODIQUE

Dans la pratique quotidienne du médecin du travail, il sera important d'orienter l'examen clinique des sujets professionnellement exposés au mercure vers la recherche du tremblement mercuriel et de signes psychiques et éventuellement de le compléter par une évaluation de la fonction rénale. Des études sont en cours afin de proposer un protocole de suivi clinique et biologique adapté à la profession dentaire.

Examen clinique

Il peut être utile de faire exécuter certains dessins (cercle, carré) pour détecter le trémor ou d'avoir recours à un trémormètre, qui objectivera une augmentation du tremblement fin. Des troubles du comportement doivent être dépistés (sociabilité, insomnie ...). Des tests psychomoteurs peuvent être utilisés, comportant notamment un test de mémoire [16].

Surveillance biologique

Mercure urinaire

La surveillance biométriologique d'une exposition chronique s'appuie sur le dosage urinaire du mercure en début de poste, en fin de semaine [49, 50]. Une étude américaine a étudié les fluctuations nycthémérales de la mercuriurie et a confirmé que les urines du matin permettent d'obtenir un bon reflet de l'exposition et sont donc recommandées, notamment pour les études épidémiologiques [51].

Le recueil des urines doit se faire de manière à éviter toute contamination externe. Il faut préalablement se laver les mains et s'assurer que le récipient ne contienne aucune trace de mercure. Certains micro-organismes pouvant interférer avec le mercure, il peut être utile de rajouter un antibactérien dans les urines si on veut les stocker quelques temps avant le dosage. Le résultat est à corriger en fonction de la concentration en créatinine.

Protéinurie

Le dosage de la protéinurie est recommandé, par bandelettes urinaires dans un premier temps. Si besoin, un dosage quantitatif des protéines urinaires peut être fait dans un deuxième temps (albumine, bêta 2 microglobuline ou protéine porteuse du rétinol). Ce dosage est recommandé à titre systématique chez les travailleurs particulièrement exposés et ayant des mercuriuries élevées [52].

Corrélation indicateurs biologiques / symptomatologie clinique

Un tableau pourra permettre de faciliter le suivi des salariés, les corrélations entre les taux de mercure urinaire, sanguin et atmosphérique et la symptomatologie clinique (*tableau VII*). Pour Kelman, de simples précautions d'hygiène personnelle et environnementale suffisent à prévenir le risque d'hydragyrie chez les dentistes et tout effet sur la santé [19].

TABLEAU VII

Corrélations entre mercure urinaire, sanguin, atmosphérique et symptomatologie clinique.

Mercure urinaire en µg/g de créatinine	Mercure sanguin en µg/l	Mercure atmosphérique en µg/m ³	Symptomatologie clinique
35 à 50	< ou = 20	30 à 50	Effets neurologiques sub-cliniques
> 50 150	> 20 50	> 50 plus de 6 mois 100	Intoxication chronique avec effets neurologiques centraux et atteintes tubulaires rénales
> 500	> 200	> 1000 pendant quelques heures	Intoxication aiguë

INRS

Documents
pour le Médecin
du Travail
N° 93
1^{er} trimestre 2003

Réparation

L'hydrargyrisme est reconnu en tant que maladie professionnelle depuis le 27 octobre 1919. La dernière mise à jour du tableau date du 6 février 1983 (tableau n° 2 du régime général, tableau n° 12 du régime agricole).

Réglementation

Les principaux textes relatifs à la prévention de l'hydrargyrisme s'appliquent aussi aux dentistes.

TRAVAUX INTERDITS

L'article R. 234-20 du Code du travail énumère les travaux interdits aux jeunes travailleurs âgés de moins de dix-huit ans : « Il est interdit d'employer de jeunes travailleurs de moins de 18 ans à des postes où l'on utilise le mercure et ses composés ainsi que de les admettre de façon habituelle dans les locaux affectés à ces travaux. »

La décision du 14 décembre 2000 relative à l'interdiction d'importation, de mise sur le marché et d'utilisation de certains amalgames dentaires (Bulletin Officiel Solidarité Santé n° 2001/1 du 20 janvier 2001) rappelle, notamment, la nécessité de stocker les amalgames dans des locaux frais et ventilés, de travailler dans des locaux ventilés avec des revêtements non textiles décontaminables et l'obligation de réaliser sous refroidissement et aspiration le fraisage et le polissage de l'amalgame.

SURVEILLANCE MÉDICALE SPÉCIALE

L'arrêté du 11 juillet 1977 et la circulaire du 29 avril 1980 portent sur les travaux exigeant une surveillance médicale spéciale (travaux comportant la préparation, l'emploi, la manipulation ou l'exposition au mercure et à ses composés).

La circulaire du ministère chargé du Travail du 2 mai 1985 relative aux missions du médecin du travail à l'égard des salariées en état de grossesse (non parue au *Journal Officiel*) interdit aux femmes enceintes la manipulation du mercure et de ses composés.

La directive 92/85/CEE du Conseil des Communautés Européennes est relative aux mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleuses enceintes, accouchées ou allaitantes au travail : l'employeur doit évaluer le risque lié à l'ex-

position au mercure et ses dérivés, déterminer les mesures à prendre, informer les salariées concernées et/ou leurs représentants. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour aménager le poste de travail afin d'éviter l'exposition de la travailleuse, à défaut la changer de poste. Sinon, elle est dispensée de travail pendant la période nécessaire pour la protection de sa santé.

DOUCHES ET VESTIAIRES

L'arrêté du 23 juillet 1947 modifié par les arrêtés du 1^{er} février 1950 et 15 octobre 1951 fixe les travaux salissants. Les chefs d'établissement où le personnel est soumis à des travaux salissants (manipulations du mercure et de ses composés notamment) sont tenus de mettre à sa disposition des douches et des vestiaires adaptés.

ÉTIQUETAGE

L'arrêté du 10 octobre 1983 modifié (*Journal Officiel* du 21 janvier 1984) et la circulaire du 29 janvier 1986 (non parue au *Journal Officiel*) prévoient un étiquetage comportant notamment le symbole Toxique pour le mercure, l'énumération des risques particuliers et des conseils de prudence.

Sur les étiquettes apparaissent les phrases de risque R 23 et R 33 et les phrases de conseil de prudence S 7 et S 44 :

- R 23 : Toxique par inhalation
- R 33 : Danger d'effets cumulatifs
- S 7 : Conserver le récipient bien fermé
- S 44 : En cas de malaise, consulter un médecin (si possible, lui montrer l'étiquette)

AÉRATION ET ASSAINISSEMENT DES LOCAUX

Les articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail obligent l'employeur à renouveler l'air des locaux de travail afin de maintenir un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs.

Conclusion

Le mercure est un toxique dont on connaît relativement mal les effets en cas d'exposition sub-chronique à faible dose, mais les progrès en recherche fondamentale ont permis une meilleure compréhension des effets sub-cellulaires, mutagènes, chromosomiques... On sait aussi que le mercure interfère avec les super-oxydes dismutases, enzymes soupçonnées d'intervenir dans les

mécanismes physiopathologiques de maladies neuro-dégénératives.

Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires a diminué ces dernières décennies, mais le problème posé par le manque d'étanchéité de certains séparateurs d'amalgame vis-à-vis des vapeurs de mercure doit être pris en compte. La protection de l'environnement est un progrès indéniable, mais avec ce système, ce sont 14,5 à 20 tonnes de déchets d'amalgames qui seront stockés annuellement dans les locaux des dentistes. Les personnels des cabinets dentaires seront les premiers concernés (dentistes, assistantes, femmes de ménage), mais aussi les collecteurs de déchets qui récupéreront les cassettes des séparateurs une à deux fois par an dans chaque cabinet.

Une évaluation quantitative du risque est possible. La métrologie d'ambiance n'est pas courante dans les cabinets dentaires, mais la mercuriurie peut être dosée. L'examen clinique doit rechercher des signes précoces d'intoxication mercurielle (éréthisme, tremblement intentionnel).

Le chirurgien-dentiste échappe le plus souvent à la surveillance médicale car il est rarement salarié. Les conseils prodigués pour son personnel doivent l'aider à se prémunir lui-même contre le risque mercuriel. Il faut privilégier les techniques de prévention collective, notamment la mise sous hotte aspirante de toutes les sources fixes de mercure, la bonne conservation des déchets et le respect de techniques de travail « propres ». Le masque filtrant doit être le dernier recours.

Bibliographie

- [1] MIQUEL G. - Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé (n° 261), SENAT Session ordinaire de 2000-2001, annexe au procès-verbal de la séance du 5 avril 2001. <http://www.senat.fr/rap/100-261/100-261.html>.
- [2] HAIKEL Y. ET VOEGEL J. C. - Risques toxiques potentiels des vapeurs de mercure libérées par les amalgames dentaires. Paris, Ed. Techniques, Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Stomatologie et Odontologie, 1993, 1.
- [3] GARNIER R. - Toxicité des amalgames pour les porteurs. In : L'amalgame dentaire et ses alternatives, évaluation et gestion du risque. Conseil supérieur d'hygiène publique de France, section des milieux de vie. Paris, Ed. Lavoisier Technique et Documentation, 1998.
- [4] PAMPHLETT R. ET WALEY P. - Mercury in human spinal motor neurons. *Acta neuropathologica*, 1998, **96** (5), pp. 515-519.
- [5] HAIKEL Y. ET ALLEMAN C. - Contamination mercurielle : cabinet dentaire et environnement. *L'Information Dentaire*. 1992, **74** (36), p. 3153.
- [6] FALCY M. ET PILLIÈRE F. - Mercure : relation dose/effet en situation professionnelle. In : L'amalgame dentaire et ses alternatives, évaluation et gestion du risque. Ministère du Travail et des Affaires sociales, Conseil supérieur d'hygiène publique de France, section des milieux de vie. Paris, Ed. Lavoisier Technique et Documentation, 1998. pp. 109-114.
- [7] Guide de gestion du mercure pour les établissements de santé au Québec. Centre de toxicologie du Québec, Association des hôpitaux du Québec, Comité de santé environnementale du Québec, 1997, 33 p. <http://www.inspq.qc.ca/cse/mercure/default.htm>
- [8] JOSELOW M. M., GOLDWATER L. J., ALVAREZ A. ET HERNDON J. - Absorption and excretion of mercury in man : occupational exposure among dentists. *Archives of Environmental Health*, 1968, **17** (1), pp. 39-44.
- [9] PELTIER A. - Mesures des niveaux mercuriels dans les cabinets dentaires. In : L'amalgame dentaire et ses alternatives, évaluation et gestion du risque. Ministère du Travail et des Affaires sociales, Conseil supérieur d'hygiène publique de France, section des milieux de vie. Paris, Ed. Lavoisier Technique et Documentation, 1998. pp. 99-108.
- [10] FUNG YK. ET MOLVAR MP. - Toxicity of mercury from dental environment and from amalgam restorations. *Journal of Toxicology-Clinical Toxicology*, 1992, **30** (1), pp. 49-61.
- [11] POHL L. ET BERGMAN M. - The dentist's exposure to elemental mercury vapor during clinical work with amalgam. *Acta Odontologica Scandinavica*, 1995, **53** (1), pp. 44-48.
- [12] MAC COMB D. - Occupational Exposure to Mercury in Dentistry and Dentist Mortality. *Journal of the Canadian Dental Association*, 1997, **63** (5), pp. 372-376.
- [13] LANGWÖRTH S., SALLSTEN G., BARREGARD L., CYNKIER I., LIND M. L. ET SODERMAN E. - Exposure to Mercury Vapor and Impact on Health in the Dental Profession in Sweden. *Journal of Dental Research*, 1997, **76** (7), pp. 1397-1404.
- [14] SCHACH-BOOS V., JAHANBAKHT S., LIVARDJANI F., FLESCH F., JAEGER A. - Evaluation of the mercury occupational exposure of dentists. *Human and Experimental Toxicology*, 2001, **20**, p. 57.
- [15] FLESCH F., PILLIÈRE F., GRASMICK C., GARNIER R. ET BISMUTH C. - Les amalgames dentaires. *Infotox*, 1999, pp. 5-8.
- [16] LAUWERYS R. - Le Mercure. In: Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. Paris, Masson, 1999, 4^e édition, pp. 219-246.
- [17] LUX J.P. - L'intoxication infraclinique mercurielle chez le chirurgien-dentiste. Thèse de sciences odontologiques, Bordeaux, 1990, 179 p.
- [18] AFOTA G. - Les risques d'intoxication mercurielle en pratique odontologique courante. Moyens de prévention. Thèse de chirurgie dentaire, Strasbourg, 1983, 193 p.
- [19] KELMAN G.R. - Urinary mercury excretion in dental personnel. *British Journal of Industrial Medicine*, 1978, **35** (3), pp. 262-265.
- [20] GROSSMANN-MEYER M. - Les risques professionnels du chirurgien-dentiste. Thèse de médecine, Université Louis Pasteur, Faculté de médecine de Strasbourg, 1989, 222 p.
- [21] PARDIGON L. - Amalgames dentaires. *La Revue Prescrire*, 1999, **196**, pp. 443-447.
- [22] HRYHORCZUK D. O., MEYERS L JR., ET CHEN G. - Treatment of Mercury Intoxication in a Dentist with N-Acetyl-D,L-penicillamine. *Journal of toxicology-Clinical Toxicology*, 1982, **19** (4), pp. 401-408.
- [23] SHAPIRO I.M., SUMNER A. J., SPITZ L. K., CORNBATH D. R., UZZEL B. ET COLL. - Neurophysiological and neuropsychological function in mercury-exposed dentists. *The Lancet*, 1982, pp. 1147-1150.
- [24] BITTNER A. C., ECHEVERRIA D., WOODS JS., APOSHIAN HV., NALEWAY C ET COLL. - Behavioral effects of low-level exposure to Hg among dental professionals : a cross-study evaluation of psychomotor effects. *Neurotoxicology & Teratology*, 1998, **20** (4), pp. 429-349.

INRS

Documents
pour le Médecin
du Travail
N° 93
1^{er} trimestre 2003

- [25] SCHACH-BOOS V. - Evaluation de l'exposition professionnelle au mercure des chirurgiens-dentistes. Thèse de médecine, Strasbourg, 2000, 263 p.
- [26] IYER K., GOODGOLD J., EBERSTEIN A., BERG P. - Mercury Poisoning in a Dentist. *Archives of Neurology*, 1976, **33** (11), pp. 788-790.
- [27] SAUGNAC P., REISER M.T., MOSBRUCKER R., ROUYER J. ET SCHMITT R. - Evaluation des risques liés à l'utilisation du mercure dans les cabinets dentaires. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1986, **47** (1), pp. 56-57.
- [28] MANTYLA D.G., WRIGHT O.D. - Mercury toxicity in the dental office : a neglected problem. *The Journal of the American Dental Association*, 1976, **92** (6), pp. 1189-1194.
- [29] NULLET J.L. - Vapeurs de mercure au cabinet dentaire : un risque d'intoxication. Thèse de chirurgie dentaire. Université Paul Sabatier, Toulouse, 1983, 127 p.
- [30] LIVARDJANI F., HEIMBURGER R., LEROY M., JAEGER A., HAIKEL Y ET LUGNIER A. - Mercury vapor levels in surgery environment and concentration in urine of patients after dental amalgam fillings. Toxicology and Pollution Risk Assessment, Congress of Indoor Air International (IAI), 31 mars et 1^{er} avril 1995.
- [31] Le mercure : un risque méconnu dans les cabinets dentaires ? *Bulletin des Inspections Médicales d'Alsace Lorraine, BIMAL*, 2001, pp. 23-26.
- [32] Etude régionale (non publiée). Association artisanale et commerciale de médecine du travail de Strasbourg, 1995.
- [33] ENGLE J. H., FERRACANNE J. L., WICHMANN J. ET OKABE T. - Quantitation of total mercury vapor released during dental procedures. *Dental Materials*, 1992, **8** (3), pp. 176-180.
- [34] POWELL LV., JOHNSON GH., YASHAR M. ET BALES DJ. - Mercury vapor release during insertion and removal of dental amalgam. *Operative Dentistry*, 1994, **19** (2), pp. 70-74.
- [35] SCHACH-BOOS V., JAHANBAKHT S., LIVARDJANI F., FLESCHE F., JAEGER A. - Evaluation de l'exposition professionnelle au mercure des chirurgiens-dentistes. XIX^e Journées franco-suisse de médecine du travail, Genève, 17 et 18 mai 2001. www.gmhst.ch.
- [36] LIVARDJANI F., JAHANBAKHT R., SCHLEGEL A., HAIKEL, JAEGER A ET COLL. - In vitro study of mercury vapor release from dental amalgams. Chemical Safety for the 21st century, Congrès International de toxicology (ICT), Paris, 5-9 juillet 1998.
- [37] SCHLEGEL A. - Modélisation de la libération des vapeurs de mercure par les amalgames dentaires. Thèse de chirurgie dentaire, université Louis Pasteur, Strasbourg, 2000.
- [38] VALADE P. - Intoxication mercurielle au cabinet dentaire. Thèse de chirurgie dentaire, université d'Auvergne Clermont-Ferrand I, 1993, 101 p.
- [39] Amalgames dentaires. Guide. Conseil national de l'ordre des chirurgiens dentistes, 1999.
- [40] Le mercure : prévention de l'hydrargyrisme. Paris, Ed. INRS, 1999, ED 546, 40 p.
- [41] DESOILLE H., SCHERRER J. ET TRUHAUT R. - Précis de médecine du travail. Paris, Masson, 1991, 6^e édition complétée, 1332 p.
- [42] WILSON J. - Reduction of mercury vapour in dental surgery. *The Lancet*, 1978, **28** (1), p. 200-201.
- [43] FALLERI R. - Enquête sur la prévention technique du risque d'hydrargyrisme au cabinet dentaire. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1989, **50** (5), pp. 427-436.
- [44] GARNIER R. - Le mercure. In : BISMUTH C., BAUD F., CONSO F., DALLY S., FREJAVILLE J. P. ET COLL. - Toxicologie clinique. Paris, Médecine Sciences, Flammarion, 2000, 5^e édition, pp. 614-621.
- [45] PRINCE C. - Les acrodynies mercurielles. Réunion centre anti-poison Fernand Widal, 18 novembre 1996.
- [46] HACHET J. CH. ET FREJAVILLE J.-P. - Dictionnaire des pathologies professionnelles et de médecine du travail. Paris, Maloine, Paris, 1988, 1004 p.
- [47] LAUWERYS R ET BUCHET J. P. - Occupational exposure to mercury vapors and biological action. *Archives of Environmental Health*, **27** (2), 1973, pp. 65-68.
- [48] RUBIN P ET YU M. H. - Mercury vapor in amalgam waste discharged from dental office vacuum units. *Archives of Environmental Health*. 1996, **51** (4), pp. 335-337.
- [49] PILLIÈRE F. ET CONSO F. - BIOTOX : Inventaire des laboratoires effectuant des dosages biologiques de toxiques industriels. Guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Paris, Ed. INRS, 2002, ED 791, 199 p.
- [50] TESTUD F. - Pathologie toxique en milieu de travail. Lyon, Ed. Lacassagne, 1993, chapitres 11 et 22.
- [51] CIANCOLA M. E., ECHEVERRIA D., MARTIN M. D., APOSIAN H. V. ET WOODS J. S. - Epidemiologic assessment of measures used to indicate low-level exposure to mercury vapor (Hg). *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 1997, **52** (1), pp. 19-33.
- [52] RUTOWSKI J., MOSZYSZYNSKI P., BEM S. ET SZEWCZYK A. - Usefulness of determining urinary markers of early renal damage for monitoring nephrotoxicity during occupational exposure to mercury vapors. *Medycyna Pracy*, **49** (2), pp. 129-35, 1998.